鐘麻根瘤線蟲病與 D-D 施用之效果

(第 一 報)

蔡 雲 鵬　游 江 海

一、前　　言

臺灣之旱田作物，常見根瘤線蟲病猖獗，病原之根瘤線蟲通常稱為 Eelworm，屬圓蟲動物門，係臺灣多種旱田作物之普通根部寄生線蟲，尤以特用作物如煙草、鐘麻及黃麻的栽培往往受到嚴重損失，未至收穫期即罹病枯死，無法採種，纖維收量亦顯著減少。

民國41年，鐘麻在臺灣正在獎勵推廣時，多數鐘麻田遭受根瘤線蟲病的嚴重損失，除非對根瘤線蟲病覓得有效防治辦法，鐘麻之繼續推廣，似已不可能。臺南棉麻試驗分所過去專負麻種繁殖之責，因限於栽培面積，歷年連作麻類，又缺乏灌溉設備，致本病漸漸蔓延。自民國40年，本病猖獗，半數以上的鐘麻及黃麻未至採種期即告死亡，試驗工作難得精確結果。筆者對本病防治正進行數種試驗，爰將以 D-D 防治本病的初步結果整理報告，以供關心此一問題之農界先進參考，尚祈不吝指教。

本試驗進行時蒙總所洪技正章訓參加意見，農復會劉廷蔚博士惠賜藥劑，季分所長景元給予方便，文成復蒙臺灣大學松本巍教授及陳其昌教授校閱，季分所長閱稿鼓勵發表，均此一併深表謝意。

二、前 人 工 作

在臺灣，鐘麻多種植在灌溉不便之瘦瘠地，受根瘤線蟲病的威脅至大，凡屬砂質壤土，不能輪作或3年輪作之旱田，均遭其為害[1]。民國40年，臺中種苗繁殖場的一部份鐘麻採種田被害甚烈，有數公頃幾乎完全失收[3]。本分所農場亦因本病猖獗，民國42年度鐘麻各項試驗不得已移至臺南縣新化畜產試驗分所農場舉行。該地確知近數年來未種麻，前作為水稻及甘藷。據筆者9月1日的調查，該地之一部份，約5公畝地的鐘麻，於盛花期前後因本病枯死或倒伏者竟達95%之多，以致該區試驗結果錯亂難期精確。由上可知本病病原線蟲在臺灣之分佈甚廣，為害情形相當嚴重。

為防治本病病原線蟲及其他棲息於土壤中的病原線蟲，曾有許多藥劑應用，如 Ethylene dibromide, Chloropicrin, Carbon disulphide, Parathion, Systox 及 Folidol 等。惟以上諸種藥劑，因經濟等關係，離大規模應用之地步尚遠。自 D-D mixture (Dichloropropylene Dichloropropane) 發現以來，被認為防治線蟲病的特效藥，已在美國等地大規模應用。

以 D-D 防治本病，係 1940 年 Cartor 氏[7] 在 Hawaii 之鳳梨田首先施用，彼施用每英畝 150 磅的 D-D，得到施用 Chloropicrin 以上的良好結果。1943-44年，Parris 氏[11]就 D-D，Chloropicrin 等藥劑測定對本病病原線蟲的防治效果，報告每英畝150磅 D-D 有如 Chloropicrin 般的效能，惟 D-D 注射土中後可不必蓋土，而使土壤表面有適當之濕度，在保持其毒氣上是必要的，D-D 易於施用，在施用時並無討厭之感覺，對人及植物的藥害比其他藥劑較少。D-D 發生效能的大小，是隨着土壤的種類及狀態而有大異。1947年，McFarlane 等氏[10] 謂：若諸種條件適合於施藥時，每英畝 200 磅以下的 D-D 就奏效，惟土壤及環境的條件不適宜施藥時，每英畝 400 磅的 D-D 亦祇能防治其一部份而無良好結果。1953年 Baines 等[6]氏報告：每英畝 700磅及 400 磅的 D-D，殺滅在土中 0-5 ft 深的柑桔線蟲，500 磅及 700 磅可殺滅柑桔線蟲同時尚可增

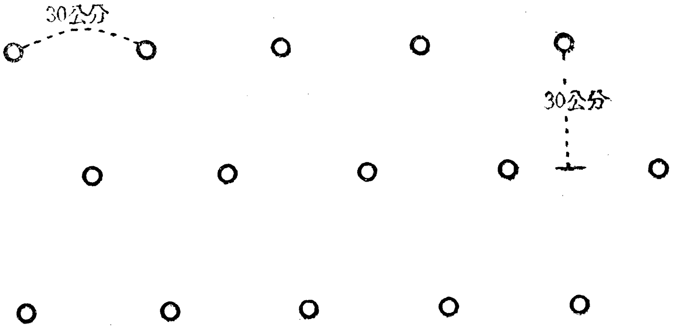
加樹株的生長。佐川、坂本等氏[4]報告： D-D 對根瘤線蟲病確有特效，並可促進胡瓜生育，增加收量。1953-54 年，臺灣省農業試驗所洪章訓氏[2]曾在本分所農場施用 D-D 及 Ethylene dibromide 等藥劑比較對本病之防治效果，認爲每公頃施用 450 公升的 D-D 爲最佳。

本病病原線蟲 (Heterodera marioni [Cornu] Goodey) 的寄主甚多。橫尾多美男氏[5]列擧1155種， Buhrer 氏報告可爲害1300種以上，據 Cynthia Westcott 氏[9]則被害植物達1400種以上。其中有不少主要作物，如甜菜、蕃茄、煙草、鳳梨、甘藷及棉花等。1949年，Chit-wood氏[8]把本病病原線蟲分爲數種而隸屬於 Meloidogyne 屬中。本分所農場之病原線蟲究竟屬於何種，尙待以後之研究。

三、試驗材料及方法

本試驗施用之 D-D 藥劑爲中國農村復興委員會所惠賜，係美國 Shell Chemical Corporation 出品。

民國43年 5 月11日選擇根瘤線蟲分佈密度高之地，用滴定管 (Burette) 將 D-D 注入每隔30公分(見圖一)、15公分深之孔內，注藥時土壤狀態適合於播種或移植，即土壤濕度適中，氣溫爲攝氏28.6度。土壤係砂性土(Sandy soil)。注藥後14日，即於 5 月25日播種鐘麻，供試品種爲 Nadiad red。



(圖一)

田間排列爲隨機排列，重複 5次，4處理，8行區，行長5公尺，區寬 4 公尺，行距 0.5 公尺，株距 0.1公尺，小區面積 0.2 公畝。 D-D 用量分 3 種，即每公頃 255, 322 及 377公升。

四、試 驗 結 果

表一 鐘麻線蟲根瘤發生調查

Table 1. Field examination on nematode root-knot of kenaf

調查日期 Date of examination	D-D 用量 (公升/公頃) D-D dosage (*l*/ha)	重複 Repl.	調查株數(株) No. of pl. examinated (pl.)	罹病程度 Degree of infestation 無(株) Zero (pl.)	輕(株) Slight (pl.)	中(株) Moderate (pl.)	嚴重(株) Severe (pl.)
7月25日 July 25	255	1	48	48	0	0	0
		2	48	48	0	0	0
		3	48	37	11	0	0
		4	48	45	3	0	0
		5	48	37	8	1	2
	322	1	48	48	0	0	0
		2	48	46	2	0	0
		3	48	42	6	0	0
		4	48	38	10	0	0
		5	48	44	4	0	0
	377	1	48	48	0	0	0
		2	48	48	0	0	0
		3	48	47	1	0	0
		4	48	42	6	0	0
		5	48	38	10	0	0

	對照 Control	1	48	24	12	9	3
		2	48	39	7	2	0
		3	48	19	13	11	5
		4	48	5	2	19	22
		5	48	4	6	12	26
8月25日 Aug. 25	255	1	40	35	5	0	0
		2	40	26	14	0	0
		3	40	3	17	20	0
		4	40	5	29	5	1
		5	40	8	17	10	5
	322	1	40	35	5	0	0
		2	40	20	19	1	0
		3	40	4	23	11	2
		4	40	14	20	5	1
		5	40	7	23	9	1
	377	1	40	20	20	0	0
		2	40	32	8	0	0
		3	40	17	20	3	0
		4	40	1	19	19	1
		5	40	0	14	23	3
	對照 Control	1	40	0	15	20	5
		2	40	3	22	14	1
		3	40	0	23	16	1
		4	40	0	2	23	15
		5	40	0	0	13	27
9月25日 Sep. 25	255	1	40	18	13	9	0
		2	40	15	9	10	6
		3	40	3	8	15	14
		4	40	0	6	5	29
		5	40	0	8	1	31
	322	1	40	15	19	6	0
		2	40	27	8	2	3
		3	40	0	17	10	13
		4	40	0	12	10	18
		5	40	0	13	6	21
	377	1	40	16	12	8	4
		2	—	—	—	—	—
		3	40	7	8	10	15
		4	40	0	13	14	13
		5	40	0	4	2	34
	對照 Control	1	40	0	0	0	40
		2	—	—	—	—	—
		3	40	0	0	0	40
		4	40	0	0	0	40
		5	40	0	0	0	40
10月12日 Oct. 12	255	1	40	10	18	12	0
		2	40	11	15	14	0
		3	40	0	0	4	36
		4	40	0	0	4	36
		5	40	0	6	4	30
	322	1	40	16	21	3	0
		2	40	7	18	10	5
		3	40	0	3	5	32
		4	40	0	4	1	35
		5	40	0	3	2	35
	377	1	40	12	19	9	0
		2	—	—	—	—	—

	3	40	7	3	10	20
	4	40	0	1	2	37
	5	40	0	0	0	40
對照 Control	1	40	0	0	0	40
	2	—	—	—	—	—
	3	40	0	0	0	40
	4	40	0	0	0	40
	5	40	0	0	0	40

— 無紀錄 (No data)

表二 鐘麻線蟲根瘤發生調查摘要

Table 2. Summary of field examination on nematode root knot of kenaf

調書日期 Date of examination	D-D 用量 (公升/公頃) D-D dosage (l/ha)	罹病程度 Degree of infestation			
		無 Zero (%)	輕 Slight (%)	中 Moderate (%)	嚴重 Severe (%)
7月25日 July 25	255	89.58	9.17	0.42	0.83
	322	90.94	9.06	0.00	0.00
	377	92.92	7.08	0.00	0.00
	對照 Control	37.92	16.67	22.08	23.23
8月25日 Aug. 25	255	38.50	41.00	17.50	3.00
	322	40.00	45.00	13.00	2.00
	377	35.00	40.50	22.50	2.00
	對照 Control	1.50	31.00	43.00	24.50
9月25日 Sep. 25	255	18.00	22.00	20.00	40.00
	322	21.00	34.73	17.00	27.00
	377	14.38	23.13	21.25	41.25
	對照 Control	0.00	0.00	0.00	100.00
10月12日 Oct. 12	255	10.50	19.50	19.00	51.00
	322	11.50	24.50	14.50	49.50
	377	11.80	14.38	13.12	60.62
	對照 Control	0.00	0.00	0.00	100.00

表三 株高調查

Table 3. Plant height

調查日期 Date of examination	D-D 用量 (公升/公頃) D-D dosage (l/ha)			
	255 (cm)	322 (cm)	377 (cm)	Control (cm)
6月25日 June 25	158.6	157.4	162.9	118.0
7月25日 July 25	197.5	211.5	207.4	169.8
8月25日 Aug. 25	256.6	254.2	255.3	174.3
9月25日 Sep. 25	282.7	298.3	301.1	185.3

100株平均 Average of one hundred plants

表四 D-D 用量與鐘麻白絹病及炭疽病發生之關係

Table 4. Relation between D-D dosage and outbreak of Sclerotium disease and Anthracnose of kenaf

D-D 用量 (公升/公頃) D-D dosage (l/ha)	255		322		377		Control	
	(%)	指數 Index	(%)	指數 Index	(%)	指數 Index	(%)	指數 Index
白絹病 Sclerotium disease*	1.61	8.53	1.57	8.32	0.69	3.66	18.87	100
炭疽病 Anthracnose**	5.40	7.20	24.60	32.80	9.50	12.67	75.00	100

調查日期 Date of examination: 9月16日

* Caused by Corticium rolfsii (Sacc.) Curg.　** Caused by Colletotrichum hibisci Pollacci

表五 鐘麻生存株數調查

Table 5. Survival number of kenaf

調查日期 Date of examination	D-D 用量 (公升/公頃) D-D dosage (l/ha)			
	255* (株 pl.)	322* (株 pl.)	377** (株 pl.)	Control (株 pl.)
9月9日 Sep. 9	286.60	274.60	326.50	217.25
9月25日 Sep. 25	259.60	262.00	300.00	95.00
10月12日 Oct. 25***	111.60	117.00	121.75	11.25

* 4重複平均 Average of four replications

** 5重複平均 Average of five replications

*** 9月25日 調查生存株數後，每區拔40株供檢查根部之用

表六 帶種子株數

Table 6. Plant number with seed

重複 Replication	D-D 用量 (公升/公頃) D-D dosage (l/ha)			
	255 (株 pl.)	322 (株 pl.)	377 (株 pl.)	Control (株 pl.)
1	194	133	217	11
2	127	248	—	—
3	155	56	158	12
4	61	76	135	20
5	132	116	188	4
平均 Average	133.80	125.80	174.50	11.75

調查日期 Date of examination: 10月12日

— 無紀錄 No data

表七 種子產量

Table 7. Yield of seed

重複 Replication	D-D 用量 (公升/公頃) D-D dosage (l/ha)			
	255 (公分 gram)	322 (公分 gram)	377 (公分 gram)	Control (公分 gram)
1	622.00	245.00	600.00	5.00
2	212.00	758.00	—	—
3	244.00	72.00	426.00	9.00
4	25.00	163.00	210.00	40.00
5	340.00	353.00	405.00	7.50
平均 Average	288.60	318.20	410.25	15.83
每株產量 Yield per plant	2.16	2.53	2.35	1.31

— 無紀錄 No data

五、考察及結論

鐘麻播種後2個月，罹根瘤線蟲病者，對照區已有 62.08%， D-D 處理區祇有7.08-10.42%；本病發生程度嚴重者，對照區爲23.23%， D-D 處理區爲 0-0.83%。播種 4 個月後，對照區全部發生嚴重病狀， D-D 處理區則僅爲 27-41.25%，尙有10.50-11.80%未罹病(表一及二)。本試驗所施

用每公頃 255-377公升之 D-D，雖不能完全殺滅土中本病病原線蟲，但已顯著減少其爲害程度，爲求更澈底的防治，必須提高 D-D 用量。

9月9日(播種後107日)以前，D-D 處理各區尙無因本病的枯死株，但對照區已有 30%。自9月10日至9月25日之間，D-D 處理各區漸漸發生枯死株，是本病嚴重所致者，惟其百分率低，每公頃施用 D-D 255, 322 及 377 公升各區爲 9.42, 4.59 及 8.12 %；對照區之枯死株發生激增，爲 56.26%。9月25日(播種後 123日) 以後至採種日10月12日(播種後 140日)，各區枯死株數增加，實因此時莖部發生炭疽病，促進植株枯死所致。在臺灣中南部，鐘麻至生育後期，均受炭疽病爲害。據 10月 12日之生存株數調查，對照區每小區平均僅有 11.25 株，D-D 處理各區爲 111.6, 117 及 121.75株(表五)，若以前者爲指數100，則後者各爲 992, 1040 及 1082。隨 D-D 用量增加，生存株數亦增加。至於採種，對照區可採種的株數稀少，每區平均僅爲11.75株，D-D 處理各區爲133.80, 125.80 及 174.50株，前者的採種量爲每小區15.83公分，後者各爲288.60, 318.20 及 410.25公分(表六及七)。施用 D-D 防治本病的效果，由此可知極爲顯著。

施用 D-D 對株高有甚大影響，隨 D-D 用量增加，株高亦有增大之傾向，又其葉色比無施用 D-D 者較濃綠。以播種後 4 個月之對照區株高指數爲 100，則 D-D 處理各區爲 152.56, 160.98 及 162.49 (表三)。施用 D-D 與否，在鐘麻生育上有如此差異，筆者推測恐有兩種原因；其一爲 D-D 減少土中根瘤線蟲，使鐘麻生育無障碍，另一爲 D-D 有促進植株生長之性能。

本試驗對照區之根瘤線蟲病發生最嚴重，隨之該區白絹病及炭疽病的發生亦多。據 9 月16日之調查以對照區白絹病及炭疽病之發生指數爲100，則 D-D 處理各區之白絹病發生僅爲 8.53, 8.32 及 3.66，炭疽病發生爲7.2, 32.8 及 12.67 (表四)。隨 D-D 用量增加，其發生有減少之傾向。根瘤線蟲病可致植株衰弱及根腐，而易受白絹病菌及炭疽病菌之侵入。本試驗中，鐘麻生育中期發生白絹病或炭疽病者，其根部均發生嚴重的根瘤線蟲病，較低矮而不健全。至生育後期，無論有無發生根瘤線蟲病，均發生炭疽病，惟根瘤線蟲病無發生或程度輕者，其炭疽病發生程度亦輕微而採種上無何影響。由此可知以上三種病之發生有並行的關係。本分所農場鐘麻死亡主要原因係根瘤線蟲病，而該病誘發白絹病及炭疽病，促使鐘麻枯死。

本試驗所施用三種不同 D-D 用量中，以用量最高者比其餘者各項成績均佳。處理 D-D 者於生育初、中期，根瘤線蟲病之發生少，惟至後期，各處理竟有49.50-60.62%之發生嚴重者。故本試驗所施 D-D 用量雖可圓滿採種，但仍嫌用量不够。D-D 對根瘤線蟲之防治效果與土壤的性質及狀態有密切的關係，故 D-D 最適當用量因地因時而有大異，是則須俟今後作進一步之研究。

六、摘　　要

1. 在臺灣之旱地，煙草、鐘麻、黃麻等特用作物常罹根瘤線蟲病害，損失嚴重。本篇敍述民國43年在臺南之砂質土施用 D-D 防治鐘麻根瘤線蟲病的試驗結果。

2. D-D 用量分爲三種，每公頃施用 255, 322 及 377公升以與對照區 (無施用 D-D) 比較。對照區鐘麻根瘤線蟲病發生程度嚴重者，播種後 3 個月爲 23.23%，4 個月後爲100%；D-D 處理區，播種後 2 個月爲 0-0.83%，4 個月後爲 27.0-41.25 %。本試驗所施用之 D-D 用量雖不能完全殺滅本病病原線蟲，但已顯著減少其爲害程度。

3. 就採種時的生存株數及採種量而言，對照區每區平均僅爲 11.25 株及 15.83 公分，D-D 處理區爲 111.60-121.75 株及 288.60-410.25 公分。對照區鐘麻植株低矮而不健全，幾乎不能採種，惟施用 D-D 者，麻株高大，莖葉茂盛，可達到採種的目的。

4. 根瘤線蟲病與白絹病及炭疽病之發生有並行的關係。根瘤線蟲病發生愈嚴重，白絹病及炭疽病的發生亦隨之增加。本分所農場之鐘麻死亡主要原因係根瘤線蟲病，而該病誘發白絹病及炭疽病，促使鐘麻枯死。

參 考 文 獻

(1) 梁同庭：民國41年臺灣鐘麻主要病蟲害之初步調查簡報(抽印本) 1952
(2) 洪章訓：洋麻黃麻線蟲病防除試驗 (見本刊本期)
(3) 孫定國、施保華：鐘麻線蟲病害調查報告。蔗苗繁殖場工作年報 第6號 114-120頁 1951
(4) 佐川美保、坂本石藏：蔬菜の根瘤線蟲に對する D-D の驅除效果(第1報) 農業及園藝 26：10 1099頁 1951
(5) 橫尾多美男：根瘤線蟲の新寄主植物朝鮮人參と従來報告されたる主要寄主植物とに就て 朝鮮總督府農事試驗場彙報 第11卷 225頁 1939
(6) BAINES, R. C. and J. P. MARTIN: Effects of soil fumigation on growth and yield of Valencia orange trees. Phytopathology 43:465, 1953.
(7) CARTER WALTER: A promising new soil amendment and disinfectant. Science 97 (2521): 383-384. From Rev. Appl. Ent., A 31:360-361, 1943.
(8) CHITWOOD, B. C.: "Root knot nematode" Part 1. A revision of the genus meloidogyne goeldi, 1887. Proc. Helminth. Soc. Wash. 16: 90-104, 1949.
(9) CYNTHIA WESTCOTT: Plant disease handbook. pp. 241-246, 1950.
(10) MCFARLANE and MATSUURA: The effectiveness of D-D as a soil fumigant in Hawaii. Phytopathology 37: 39-48, 1947.
(11) PARRIS, G. K.: The nematocial and fungicidal value of D-D mixture and other soil fumigants. Phytopathology 35: 771-780, 1945.

EFFECTS OF D-D ON NEMATODE ROOT-KNOT OF KENAF (Hibiscus cannabinus L.) (No.1)

by

Y. P. TSAI and K. H. YOU

SUMMARY

Nematode root knot occassionaly causes a serious damage to such economic crops as tobacco, jute, kenaf, etc. grown in the sandy soil in Formasa.

This paper gives the results of the experiments on the effects of D-D mixture (dichloropropylene dichloropropane) on nematode root knot of kenaf caused by Heterodera marioni (Cornu) Goodey, which were carried out in Tainan Experiment Station, Taiwan Agricultural Research Institute, Taiwan, China, in 1954.

The results of the investigation show as follows:

1. D-D dosages were used at the rates of 255,322 and 377 lits. per hectare. The percentage of serious infestation two and four months after seedieg was respectively 23. 23 and 100 in the control, and 0-0.83 and 27.0-41.25 in the treated plots (tables 1 and 2). Population of root knot nematode was reduced greatly by use of D-D.

2. At the time of seed-harvest the survival number was 11.25 per plot (0.2 are) in the control and 111.60-121.75 in the treated plots, yield of seed being 15.83 and 288.60-410.25 gms., respectively (tables 5 and 7). By this means it is possible to harvest the seed abundantly from the sandy soil which may be densely populated by root-knot nematodes if D-D is not used.

3. The height of the plants in the plots treated with D-D was 1.53-1.63 times as high as that in the control, when observation was made four months after seeding (table 3).

4. The outbreak of sclerotium disease and anthracnose of kenaf was parallel with the infestation of nematode root knot (table 5). In this farm, death of kenaf is mainly caused by nematode root knot, but this may also induce the sclerotium disease and anthracnose.